

**ANALISIS TOOLPATH MELINGKAR TERHADAP OBJEK *ACRYLIC*
PADA CNC MILING RAKITAN**



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

ODDI OKTAVIANO

NIM : D200.11.0133

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS TOOLPATH MELINGKAR TERHADAP OBJEK *ACRYLIC*
PADA CNC MILING RAKITAN**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:



ODDI OKTAVIANO

NIM : D200.11.0133

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Bambang Waluyo F, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS TOOLPATH MELINGKAR TERHADAP OBJEK *ACRYLIC* PADA CNC MILING RAKITAN

OLEH

ODDI OKTAVIANO

NIM : D200.11.0133

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat, 1 Juni 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Bambang Waluyo F, ST, MT

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Ir. Ngafwan, MT.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Dr. Agus Dwi Anggono

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,



Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D

NIM. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 2016

Penulis



ODDI OKTAVIANO

D200.11.0133

ANALISIS TOOLPATH MELINGKAR PADA OBJEK ACRYLIC DARI CNC MILLING RAKITAN

Oddioktaviano, bambangwaluyo F, Ngafwan

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : oddioktaviano93@gmail.com

ABSTRAKSI

Penelitian toolpath pada mesin CNC rakitan ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan pemotongan pada dua alur berbeda akibat variasi kecepatan pemakanan pada saat pembuatan suatu benda kerja / produk.

Pada proses pembuatan mesin CNC tahapan selanjutnya melakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam proses penelitian. Kemudian mendesain mesin CNC dan membuat bagian konstruksi yang telah ditentukan dengan menggunakan bahan alumunium dan besi. Kemudian melakukan penyetingan aplikasi dan kalibrasi pada alat, setelah dilakukan penyetingan pada alat kemudian melakukan pengujian pembuatan produk untuk diambil data kemudian di analisa data pada mesin CNC.

Pada percobaan permesinan mesin CNC milling dalam pembuatan produk, pada hasil pengujian alur bertahap diketahui kecepatan pemotongan terbesar terjadi pada kecepatan pemakanan 300 mm/min yaitu 118,868 m/min. Sedangkan pada hasil pengujian alur spiral diketahui kecepatan pemotongan terbesar terjadi pada kecepatan pemakanan 300 mm/min yaitu 69,238 m/min. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan pemakanan, semakin besar kecepatan pemotongannya. Dan diantara dua alur tersebut diketahui bahwa alur pemakanan secara bertahap memiliki hasil kecepatan pemotongan lebih besar dari alur pemakanan spiral.

Kata Kunci : CNC , NC CAD/CAM

Oddioktaviano, bambangwaluyo F, Ngafwan

Mechanic Engineering, Muhammadiyah University of Surakarta

A. Yani Street, Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : oddioktaviano93@gmail.com

ABSTRACT

Purpose of the research on tool path of the home-made CNC machine is to know cutting speed of two different paths resulted from feeding in working on a work piece or product.

Next stage of the process of making CNC machine was preparation of materials and instruments used in the research process. Then, design of the machine was made and specified parts of the machine construction used aluminum and iron materials. After the machine was completed, setting of application and calibration was conducted. The machine was tested to work on a product and data was collected from the testing. The data was analyzed.

Results of The machining test of CNC milling with phased feeding in making a product showed that the greatest speed of cutting was found at feeding speed of 300mm/min, namely 118.868 m/min. Meanwhile, test of spiral feeding indicated the greatest cutting speed was found at feeding speed of 300 mm/min, namely 69.238 m/min. Thus, it can be concluded that the greater feeding speed, the greater cutting speed, and it was known that the phased feeding produced greater speed of cutting than spiral feeding.

Key words: CNC, NC CAD/CAM

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat mengharuskan manusia untuk berfikir kreatif dalam melakukan inovasi sebagai buktinya adalah semakin canggihnya. Teknologi yang dapat digunakan untuk meringankan dan mempermudah pekerjaan manusia dalam menjalani aktifitas setiap harinya. Hal yang paling mencolok dalam pengetahuan dan teknologi adalah semakin canggihnya dunia industri manufaktur yang memberikan produk – produknya unggulan. Contohnya perusahaan industri Mesin CNC yang semakin hari semakin berkembang.

Dalam perkembangannya Mesin CNC selama ini konsumen beranggapan hanya akan membuat biaya produksi semakin tinggi dan mengakibatkan kurangnya lapangan pekerjaan, rumit dan jika digunakan pada industri kreatif Indonesia hanya akan membuat bertambahnya biaya produksi hal tersebut disebabkan mahalnya harga mesin CNC, biaya operasional serta perawatan mesin CNC yang tinggi dan dalam memberikan pendidikan berasumsi Mesin CNC dalam bentuk dan ukuran besar sebagai alat praktek dalam hal ini bahwa mesin CNC berukuran besar tentunya membutuhkan daya yang besar dan proses waktu yang lama.

Masalah ini juga menyebabkan di dunia pendidikan formal CNC sangat jarang sekali di gunakan praktikum peserta didik karena terkendala dari sumberdaya manusia (SDM) yang menguasai bidang tersebut. Karena sebagian SDM hanya mengerti mesin CNC tapi tidak mampu mengoperasikan mesin CNCnya, karena banyak SDM yang belum mengerti cara pemrogramannya. Karena mesin CNC adalah suatu permesinan yang dalam operasionalnya dikendalikan serangkaian program numerik berupa kode huruf dan angka melalui suatu komputer.

Pada mesin CNC dalam proses pemrogramannya ada dua cara yaitu dengan cara incremental dan absolute. Program incremental adalah pada sistem ini titik awal penempatan yang digunakan sebagai acuan adalah selalu berpindah sesuai dengan titik actual yang dinyatakan terakhir, jadi setiap kali suatu gerakan pada proses pengerjaan benda kerja berakhir maka titik akhir dari gerakan alat potong itu dianggap sebagai titik awal gerakan alat potong pada tahap berikutnya. Sedangkan program absolut adalah titik awal penempatan alat potong yang digunakan sebagai acuan adalah titik referensi yang berlaku tetap sama selama proses operasi mesin berlangsung. Jadi titik referensinya diletakkan ada pertemuan antara dua sisi pada benda kerja.

Sekarang ini perkembangan teknologi industri manufaktur pun berlomba – lomba menciptakan software untuk mempermudah pengoprasian mesin CNC, contohnya CAM. Produsen mesin menggunakan komputer untuk membantu memproduksi agar meningkatkan produktivitas mereka. Software CAM memberikan bantuan ke mereka untuk mencapai tingkat toleransi presisi yang tinggi.

Pengembangan software CAM dan engineer menggunakan strategi dan metode yang berbeda untuk menghasilkan program bagian CNC. Karena setiap mesin CNC memiliki kode input yang berbeda tergantung pada panel kontrolnya.

Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini berkonsentrasi pada kecepatan pemotongan pada pengerjaan acrylic pada variasi alur pemakanan melingkar dan variasi kecepatan pemakanan dengan menggunakan mesin CNC milling, antara lain kecepatan putar, ketebalan pemakanan, kondisi mesin, bahan benda kerja, bentuk pahat, ukuran pahat, pendinginan dan operator. Dalam hal ini saya akan mencoba melakukan penelitian dan uji

coba membuat lingkaran pada proses milling dengan variasi alur pemakanan dan variasi kecepatan pemakanan (feeding). Pada penelitian ini kehausan pahat/insert tidak diperhitungkan dan kekasaran hasil pengerjaan tidak diperhitungkan. Adapun spesimen yang diproses adalah Acrylic.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah :

1. Menghitung kecepatan pemotongan pada objek yang dibuat dengan alur pemakanan melingkar secara bertahap searah jarum jam pada mesin CNC milling rakitan.
2. Menghitung kecepatan pemotongan pada objek yang dibuat dengan alur pemakanan secara spiral berlawanan arah jarum jam pada mesin CNC milling rakitan.
3. Membandingkan kecepatan pemotongan pada objek yang dibuat dengan alur pemakanan melingkar secara bertahap dan spiral pada mesin CNC milling rakitan.

Tinjauan Pustaka

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Parson dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut di peruntukan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam memelopori investasi dalam teknologi ini. Untuk perkembangan selanjutnya otomatisasi pada proses produksi dengan mesin perkakas diawali pemanfaatan kontrol secara numerik. NC (*Numerik Control*) dan pada tahap berikutnya teknologi komputer digunakan sebagai sistem pengendali data numerik yang dikenal dengan teknologi CNC (*Computer Numerically Controlled*). Dari tahun 1975, produksi mesin CNC mulai berkembang pesat. Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan mikroprosesor, sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas. (Kuspriyanto, 2011).

Proses mesin milling adalah salah satu dari banyak proses permesinan yang digunakan untuk memproduksi komponen. Dalam pembuatan komponen selalu diikuti oleh tuntutan kualitas yang baik dalam produksi, salah satunya bentuk dengan kualitas sesuai desain gambar. (Sunaryo, Rusnaldi, Daniel. 2010)

Dengan perkembangannya teknologi CNC (*Computer Numerical Control*), sebuah industri yang bergerak dibidang engineering yang memerlukan tingkat kepresisian dimensi dengan toleransi yang kritis dalam membuat sebuah produk, maka CNC lebih dipilih untuk mencapai maksud dan tujuan tersebut karena CNC lebih mempunyai keunggulan daripada mesin konvensional karena CNC tidak banyak *setting*, tool bergerak secara otomatis, pergerakan mesin dapat dimonitor, sehingga dalam pengerjaan sebuah material dengan variasi kecepatan pemakanan dan variasi putaran (rpm) dapat dikontrol melalui monitor. (A. Zubaidi, I. Syafa'at, Darmanto. 2012)

Landasan Teori

A. Pengertian CNC Milling / Frais

Mesin Milling CNC adalah mesin milling dimana pergerakan meja mesin (sumbu X dan Y) serta spindle (rumah cutter) dikendalikan oleh suatu program. Program tersebut berisi langkah-langkah perintah yang harus dijalankan oleh mesin CNC. Program tersebut bisa dibuat langsung pada mesin CNC (huruf per huruf, angka per angka), yang hasil programnya disebut dengan program NC, atau dibuat menggunakan PC plus *software* khusus untuk membuat program NC. Program seperti ini disebut dengan CAM. Kelemahan pembuatan

program NC dengan cara manual pada mesin CNC adalah waktu yang dibutuhkan sangat lama, akurasi tidak terjamin, mesin tidak bisa digunakan pada saat pembuatan program NC berlangsung, dan banyak lagi.

B. Pengertian *Ball Screw*

Ball screw adalah mekanis aktuator yang menerjemahkan linier rotasi gerakan untuk gerakan linier dengan sedikit gesekan. Poros threaded menyediakan heliks raceway untuk bola bantalan yang bertindak sebagai sebuah presisi sekrup. Serta menjadi dapat diterapkan atau menahan tinggi dorong beban, mereka bisa melakukannya dengan minimum gesekan internal. Mereka dibuat untuk dekat tolerances karena itu yang cocok untuk digunakan dalam situasi di mana tinggi ketepatan ini diperlukan. Bola perakitan bertindak sebagai kacang sementara threaded poros adalah sekrup. Berbeda dengan leadscrews konvensional, ballscrews cenderung bersifat besar, karena kebutuhan untuk memiliki mekanisme untuk re-circulate bola. Bentuk lain dari aktuator berdasarkan linier yang berputar adalah threadless ballscrew batang, cincin drive ' bergulir. Dalam rancangan ini, tiga (atau lebih) rolling-ring bantalan diatur simetris di perumahan dimudahkan (thread-less) yang mengelilingi sebuah aktuator batang atau poros. Bantalan ditetapkan di sudut dengan batang, tuli dan sudut ini menentukan.

C. Pengertian *Spindle*

Di permesinan, spindle adalah sebuah mesin berputar sumbu, yang sering memiliki poros pada tengah mesin. Poros sendiri merupakan disebut spindle, tetapi juga, di shop-floor praktek, kata sering digunakan metonymically untuk merujuk kepada seluruh unit rotary, termasuk tidak hanya poros itu sendiri, tetapi bantalan nya dan hal yang melekat padanya (chuck, dll.). Alat mesin mungkin memiliki beberapa jenis spindle, headstock dan tailstock seperti spindle di bangku bubut. Spindle ini biasanya utama terbesar satu. Hal yang berbaur ' spindle ' tanpa lebih lanjut spindle utama kualifikasi menyiratkan. Beberapa alat mesin high-volume khusus untuk menangani produksi massal telah sekelompok 4, 6, spindle utama atau bahkan lebih. Ini disebut mesin multispindle. Misalnya, gang latihan dan banyak sekrup mesin sedang multispindle mesin. Meskipun bangku bubut memiliki lebih dari satu spindle (menghitung tailstock), itu tidak dipanggil sebuah multispindle utama mesin, ini memiliki satu spindle.

D. Jenis – Jenis Pisau Milling

Ada bermacam-macam pisau pada mesin frais. Berikut ini jenis pisau frais adalah:

- *Pisau silindris*, pisau ini digunakan untuk menghasilkan permukaan horizontal dan dapat mengerjakan permukaan yang lebar dan pekerjaan berat.
- *Pisau muka dan sisi*, pisau ini memiliki gigi potong di kedua sisinya. Digunakan untuk menghasilkan celah dan ketika digunakan dalam pemasangan untuk menghasilkan permukaan rata, kotak, hexagonal, dll. Untuk ukuran yang besar, gigi dibuat terpisah dan dimasukkan ke dalam badan pisau. Keuntungan ini memungkinkan cutter dapat dicabut dan dipasang jika mengalami kerusakan.
- *Slotting cutter*, Pisau ini hanya memiliki gigi di bagian kelilingnya dan pisau ini digunakan untuk pemotongan celah dan alur pasak
- *Metal slitting saw*, pisau ini memiliki gigi hanya di bagian keliling saja atau memiliki gigi keduanya di bagian keliling dan sisi sisinya. Digunakan untuk memotong kedalaman celah dan untuk memotong panjang dari material. Ketipisan dari pisau bermacam-macam dari 1 mm – 5 mm dan ketipisan pada bagian tengah lebih tipis dari bagian tepinya. Hal ini untuk mencegah pisau dari terjepit dicelah.
- *Frais ujung*, Frais ujung berukuran dari berdiameter 4 mm sampai diameter 40 mm.

- *Shell end mill*, Kelopak frais ujung dibuat untuk disesuaikan dibor pendek yang dipasang di poros. Kelopak frais ujung lebih murah untuk diganti daripada frais ujung padat/solid.
- *Frais muka*, Pisau ini dibuat untuk mengerjakan pemotongan berat dan juga digunakan untuk menghasilkan permukaan yang datar. Ini lebih akurat daripada *cylindrical slab mill*/frais slab silindris. Frais muka memiliki gigi di ujung muka dan kelilingnya. Panjang dari gigi di kelilingnya selalu kurang dari separuh diameter dari pisaunya.

Tee-slot cutter Pisau ini digunakan untuk frais celah awal. Suatu celah atau alur harus dibuat pada benda kerja sebelum pisau ini digunakan.

E. Pengertian Meja Mesin

Mesin milling CNC bisa bergerak dalam 2 sumbu yaitu sumbu X dan sumbu Y. Untuk masing-masing sumbunya, meja ini dilengkapi dengan motor penggerak, *ball screw plus bearing* dan *guide way slider* untuk akurasi pergerakannya. Untuk pelumasannya, beberapa mesin menggunakan minyak oli dengan jenis dan merk tertentu, dan beberapa mesin menggunakan *grease*. Pelumasan ini sangat penting untuk menjaga kehalusan pergerakan meja, dan menghindari kerusakan *ball screw*, *bearing* atau *guide way slider*. Untuk itu pemberian pelumas setiap hari wajib dilakukan kecuali mesin tidak digunakan. Meja ini bisa digerakkan secara manual dengan menggunakan *handle* eretan.

F. Pengertian Motor Stepper

Motor Stepper adalah perangkat elektro mekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. *Motor Stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan. Karena itu, untuk menggerakkan *Motor Stepper* diperlukan pengendali *Motor Stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan *Motor Stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa.

Keunggulannya antara lain :

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran).
5. Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC.

Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung keporosnya.

G. CAD / CAM

CAD atau *Computer Aided Design* adalah suatu program computer untuk menggambar suatu produk yang digambarkan oleh garis-garis maupun symbol symbol yang memiliki makna tertentu. *CAD* bias berupa gambar 2 dimensi dan gambar 3 dimensi. *CAM* (*Computer-Aided Manufacturing*) adalah proses selanjutnya dibantu computer setelah *computer aided design* (*CAD*). Model yang dihasilkan dalam *CAD* lalu diverifikasi untuk dapat dimasukkan ke dalam perangkat lunak *CAM*, yang kemudian mengontrol mesin.

H. IC L297

IC L297 adalah *integrated circuit* yang menghasilkan *flip-flop* untuk pengendalian *Motor Stepper* dengan sinyal-sinyal digital pada tiap fhasenya. IC ini sangat ideal untuk mengatur pulsayang akan dikonversikan ke dalam *driver*.

I. IC L298

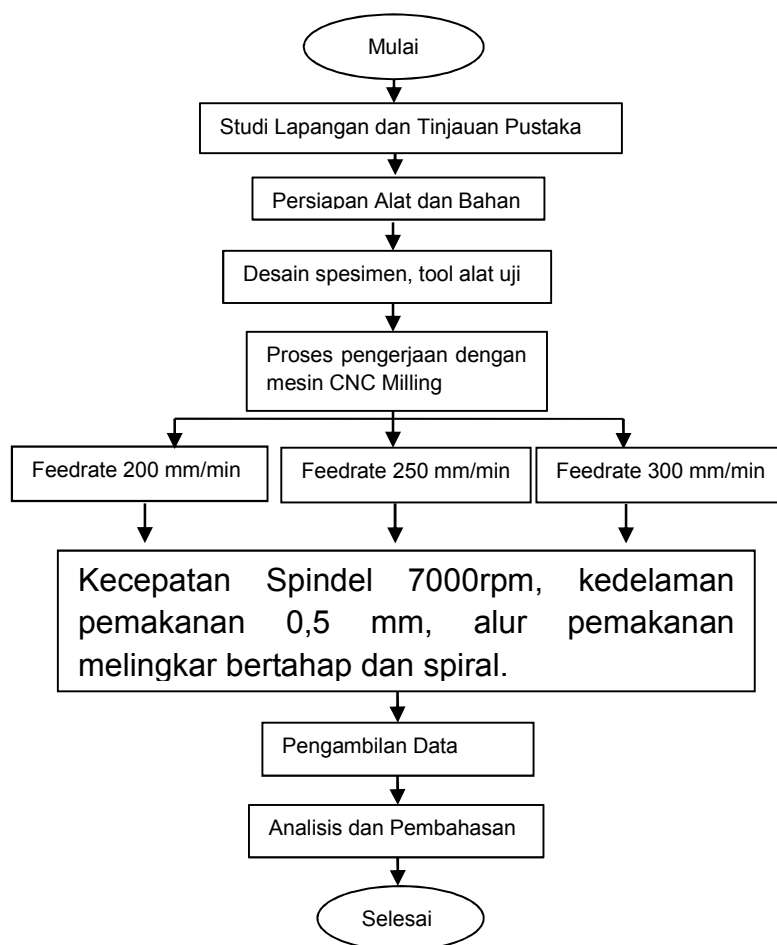
IC L298 adalah IC yang mempunyai tegangan keluaran tinggi dan H-bridge dengan arus keluaran tinggi. IC L298 logika TTL dan digunakan untuk mengendalikan beban – beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC, dan *motorstepper*.

J. Baut

Selain sebagai pengencang, baut memiliki peranan penting bagi kerja suatu mesin atau alat. Yaitu untuk melakukan perhitungan pergerakan masing-masing sumbu pada mesin CNC ini diperlukan dasar-dasar perhitungan yang sudah menjadi standar internasional. Perhitungan ini akan memperkecil ketidak sesuaian (*error factor*) dari akurasi maupun komponen mesin.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahap Penelitian

1. Studi Pustaka

Pada bagian ini penulis mencari bahan teori dan hasil penilitan terdahulu yang berkaitan dengan mesin CNC milling, jenis benda kerja dan alat untuk pengujian yang dibutuhkan dan sebagainya melalui buku, artikel (jurnal) dan juga situs – situs internet.

2. Studi Lapangan

Pada studi lapangan penulis mencari benda kerja berupa acrylic dan pahat berukuran \varnothing 3mm dan alat bantu lainnya yang dibutuhkan selama penelitian.

ALAT DAN BAHAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Satu Set Komputer



Gambar 2. Satu set Komputer

2. Breakoutboard (BOB) dan Power Supply Spindel.

Breakoutboard adalah perangkat elektronik yang menghubungkan sinyal dari software mach3 di komputer, output maupun input dan dihubungkan pada motor penggerak sumbu x,y dan z. Power supply adalah perangkat elektronik yang mengatur parameter putaran kecepatan spindel.



Gambar 3. Breakoutboard dan Power supply spindel CNC

3. Motor Stepper

Motor *Stepper* merupakan sebuah perangkat kendali yang mengkonversikan bit – bit menjadi posisi rotor.



Gambar 4. Motor Stepper

4. Ball Screw

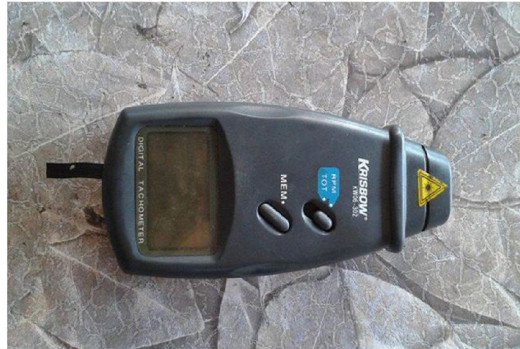
Ball Screw adalah aktuator linier yang bertindak mengubah gerak putar menjadi gerak lurus dengan gesekan kecil yang dibantu oleh gotri dan nut dalam Bergeraknya.



Gambar 5. Ball Screw

5. Digital Tachometer

Alat ini digunakan untuk mengukur putaran dengan kapasitas 1 – 99.999 rpm, merek yang digunakan “KRISBOW”.



Gambar 6. Digital Tachometer

6. Kunci pas

Alat kunci ini digunakan untuk memasang dan melepas baut dan sekrup cekam benda kerja kunci yang lainya sebagai alat bantu yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 7. Kunci pas

7. Jangka Sorong

Alat ini memiliki ketelitian 0,01 mm yang digunakan untuk mengukur ketebalan produk



Gambar 8. Jangka sorong

8. Dial Indikator

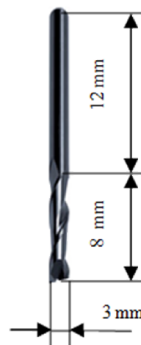
Alat ini memiliki ketelitian 0,01 mm yang digunakan untuk mengukur kerataan posisi dari benda kerja yang di pasang pada meja mesin.



Gambar 9. Dial Indikator

9. Pahat Milling

Alat ini memiliki ketelitian 0,01 mm yang digunakan untuk mengukur kerataan posisi dari benda kerja yang di pasang pada meja mesin.



Gambar 10. Pahat Milling

10. Bahan

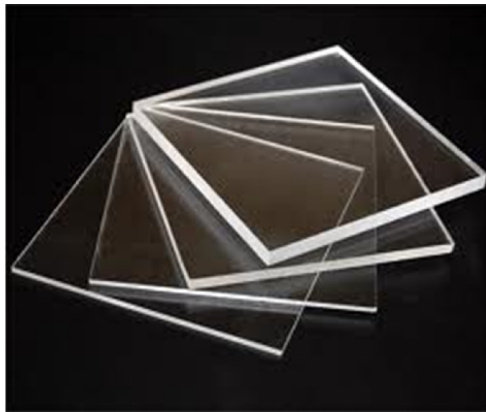
Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

Acrylic adalah plastik yang didapat dari reaksi gas minyak bumi. Material ini biasanya memiliki massa jenis yang ringan dan merupakan jenis plastik thermoplastik yaitu suatu

perubahan kondisi yang apabila jika dinaikan temperaturnya maka material ini akan berubah menjadi lunak dan sebaliknya akan berubah menjadi keras ketika didinginkan. Hal tersebut terbukti dengan banyaknya farian produk dengan material ini yang diperuntukan untuk kegunaan sehari-hari di dalam kehidupan dari dasar Acrylic. Hal ini tentu saja dimungkinkan karena pada dasarnya Acrylic itu sendiri memiliki kelebihan diantaranya :

- a) Memiliki massa jenis rendah ($1,2 \cdot 10^{-3} \text{ gr/mm}^3$).
- b) Tahan terhadap temperatur min 500-800 c.
- c) Tahan terhadap asam dan basa.
- d) Kadar temperatur 60 derajat tidak akan larut dalam semua bahan pelarut murni.

Dengan kelebihan di atas sehingga bahan Acrylic sangat memungkinkan digunakan untuk berbagai macam aneka display, souvenir, rak, signage, frame, gantungan kunci, neon box dsb.

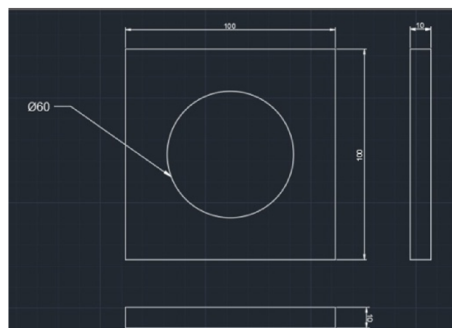


Gambar 11. *Acrylic*

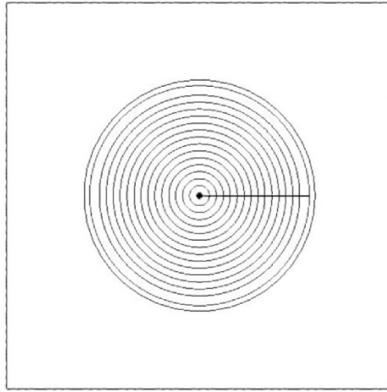
DATA DAN HASIL PENELITIAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk membandingkan kecepatan pemakanan pada bentuk alur melingkar maka diperoleh data yang disajikan dalam bentuk table sebagai berikut dengan penggunaan variasi alur pemakanan maka didapatkan data sebagai berikut :

1. Alur Pemakanan Melingkar Bertahap



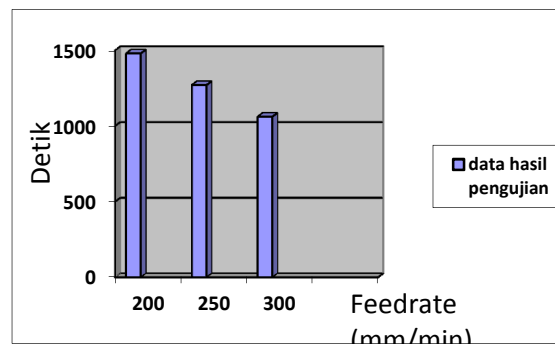
Gambar 12. Desain Benda Kerja 2D



Gambar 13. Alur Pemakanan Bertahap

Tabel 4.1 Hasil pengujian benda kerja alur pemakanan bertahap

Part	N (rpm)	Feedrate (mm/min)	t / waktu (detik)	t / waktu (minute)
1.	7000	200	1478	24,63
2.	7000	250	1269	21,15
3.	7000	300	1060	17,67



Gambar 14. Grafik data hasil perbandingan waktu pada alur bertahap.

Tabel 4.2 Data hasil perhitungan cutting speed (kecepatan pemotongan)

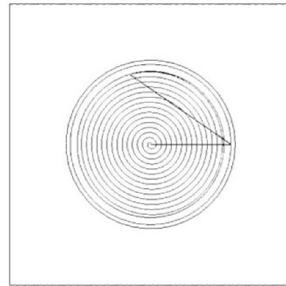
Part.	n (rpm)	Feedrate (mm/min)	t / waktu (minute)	CS (m/min)
1.	7000	200	24,63	56,834
2.	7000	250	21,15	82,742
3.	7000	300	17,67	118,868

Pembahasan Pengujian pada Alur Bertahap

Ditemukan hasil bahwa cutting speed terbesar terjadi pada pengujian yang menggunakan feeding 300 mm/min yang setelah dihitung bahwa cutting speednya adalah 118,868 m/min . Sedangkan cutting speed terkecil terjadi pada pengujian yang menggunakan feeding 200 mm/min diketahui cutting speednya adalah 56,834 m/min.

Pada pengujian ini dapat dikatakan bahwa semakin besar feeding yang digunakan maka pengerjaan benda kerja membutuhkan waktu lebih singkat

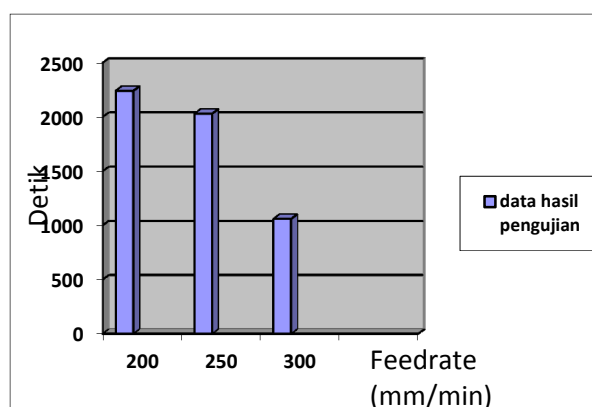
2. Alur Pemakanan Melingkar secara Spiral.



Gambar 15. Alur Pemakanan Spiral

Tabel 4.3 Data Hasil pengujian pada alur pemakanan spiral.

Part	n (rpm)	Feedrate (mm/min)	t / waktu (detik)	t / waktu (minute)
1	7000	200	2240	37,33
2	7000	250	2030	33,83
3	7000	300	1820	30,33



Gambar 16. Grafik Alur pemakanan Spiral

Tabel 4.4 Data Hasil perhitungan Cutting speed (kecepatan pemotongan)

Part	n (rpm)	Feedrate (mm/min)	t / waktu (minute)	CS (m/min)
1.	7000	200	37,33	37,503
2.	7000	250	33,83	51,729
3.	7000	300	30,33	69,238

Pembahasan Pengujian pada Alur Spiral

Ditemukan bahwa cutting speed terbesar terjadi pada feeding 300 mm/min yang setelah dihitung diketahui bahwa cutting speednya adalah 69,238 m/min. Sedangkan cutting speed terkecil terjadi pada feeding 200 mm/min dan telah diketahui cutting speednya adalah 37,503 m/min.

Pada pengujian kedua ini dapat diketahui pula bahwa feeding semakin besar maka pengerjaan benda kerja juga membutuhkan waktu semakin singkat dan feeding semakin kecil waktu yang dibutuhkan akan semakin panjang.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini penulis mendapat kesimpulan diantaranya adalah :

1. Pada percobaan permesinan mesin CNC miling rakitan, pada hasil pengujian dengan benda kerja dengan ukuran yang sama mendapatkan hasil pada alur pemakanan bertahap didapatkan hasil pada feeding 200 mm/min didapatkan cutting speednya 56,834 m/min, pada feeding 250 mm/min didapatkan cutting speednya 82,742 m/min dan pada 300 mm/min didapatkan cutting speednya 118,868 m/min.
2. Pada alur pemakan spiral didapatkan hasil pada feeding 200 mm/min mendapatkan cutting speednya 37,503 m/min, pada feeding 250 mm/min mendapatkan cutting speednya 51,729 m/min dan pada feeding 300 mm/min mendapatkan cutting speednya 69,238 m/min. Maka dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar feedingnya, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaan suatu benda kerja.
3. Pada pengujian dapat disimpulkan bahwa dari kedua bentuk alur pemakanan pada feeding yang sama mendapatkan hasil cutting speed pada alur pemakanan melingkar secara bertahap lebih besar daripada cutting speed pada alur pemakanan melingkar secara spiral.

SARAN

Agar pada penelitian yang akan datang dapat lebih baik maka peneliti memberikan saran yaitu :

1. Pada penyetelan pahat sebaiknya spindel tidak berputar agar dapat kepresisian didalam menentukan titik nol / titik referensi awal pahat.
2. Kebersihan area pemakanan pada saat pengerjaan sebaiknya diperhatikan, karena area yang tidak bersih dapat menimbulkan hasil kekasaran pada benda kerja yang dibuat.
3. Setiap melakukan penelitian seharusnya menggunakan alat yang sama karena setiap alat mempunyai spesifikasi dan keakurasian tersendiri.
4. Pada penelitian selanjutnya hendaknya diperpanjang dan diperluas diantaranya dapat meneliti kehausan pahat dan kekasaran hasil benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

A. Zubaidi, I. Syafa'at*), Darmanto. (2012). Analisis Pengaruh Kecepatan putar dan kecepatan pemakanan terhadap permukaan material FCD 40 pada mesin bubut CNC.

Fian Druva. 2014. Pengertian Mesin Frais. Diakses pada 26 oktober 2015 dari http://fiandruva.blogspot.co.id/2013/05/pengertian-mesin-frais_16.html

Kuspriyanto, 2011. Mesin CNC, Jurnal Departmen Teknologi Elektro Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung. kuspriyanto@yahoo.com.

Sujanayogi. 2010. CNC Milling Machine. Diakses pada 26 oktober 2015 dari <https://sujanayogi.wordpress.com/2010/03/05/cnc-milling-machine-mesin-milling-cnc/>

Sunaryo, Rusnaldy, Daniel. (2010). Optimasi parameter pemesinan proses CNC freis terhadap hasil kekasaran permukaan dan kehausan pahat menggunakan metode taguchi.

Wikipedia. 2014. Ball Screw. Diakses pada 26 oktober 2015 dari https://en.wikipedia.org/wiki/Ball_screw

Wikipedia. 2010. Spindle (Tool) . Diakses pada 26 oktober 2015 dari https://en.wikipedia.org/wiki/Spindle_%28tool%29